

勉強会の活動を通じた非ニュートン流体モデルカスタマイズの取組 オープン CAE 勉強会@富山の取組紹介

秋山善克*(オープン CAE 勉強会@富山)

中川慎二 (富山県立大学)

Joint project of non-Newtonian fluid model customization with the study group
Introduction of Open CAE study group @ Toyama

Yoshikatsu AKIYAMA *
(OpenCAE study group @ Toyama)

Shinji NAKAGAWA
(Toyama Prefectural University)

Key Words : OpenFOAM, 非ニュートンモデル, カスタマイズ, オープン CAE 勉強会

1. はじめに

1.1 オープン CAE 勉強会@富山 本勉強会は2012年から富山県立大学でほぼ月一回開催しており、ミニ講習会と事例発表で構成している。2015年10月までに37回実施しており、近隣の大学や企業より参加者がある。ミニ講習会では毎年4月から参加する学生に合わせてオープンソースでCAD・メッシュ作成、流体及び構造解析の基礎が1年を通してCAE全般を学べるように構成しているのが特徴である。

2015年4月から、参加者が協力して1つの課題に取り組むプロジェクトをスタートした。OpenFOAMをカスタマイズし、非ニュートン粘性モデルを追加するものである。本報では、その取り組みを紹介する。

1.2 非ニュートン流体モデル ニュートン流体は偏差応力テンソル $\boldsymbol{\tau}$ と変形速度テンソル \mathbf{D} が線形の関係に

あり、比例定数 μ が粘性係数として一定の流体である

(式(1))。非ニュートン流体はこの関係が線形ではない粘性の性質を持つ流体である。時間非依存の非ニュートンモデルの多くは、この粘性係数が変形速度テンソルの大きさ $\dot{\gamma}$ の関数として表す(式(2))。

$$\boldsymbol{\tau} = 2\mu\mathbf{D} \quad (1)$$

$$\boldsymbol{\tau} = 2\eta(\dot{\gamma})\mathbf{D} \quad (2)$$

$$D_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) \quad (3)$$

$$\dot{\gamma} = \sqrt{2\text{tr}\mathbf{D}^2} \quad (4)$$

2. カスタマイズ取組の概要

非ニュートンモデルのカスタマイズについては文献⁽¹⁾⁽²⁾及びインターネット上に公開されている⁽³⁾⁽⁴⁾非ニュートンモデルをOpenFOAMに組込む(Fig.1)。組込には公開されている方法⁽⁵⁾を参考にした。参加者は1人1つ(もしくはグループで1つ)の非ニュートンモデルのカスタマイズを担当し、OpenFOAMへの組込と検証、結果のまとめを行う。OpenFOAM未使用者も参加できるよう

勉強会のミニ講習会を通して2015年4月からOpenFOAMチュートリアルの実施、非ニュートン流体の勉強、OpenFOAMのカスタマイズ講習を行い、参加者の知識と情報の共有を図った。

Cross	Bingham
PowellEyring	FluentHerschelBulkley
Sisko	CFXHerschelBulkley
Casson	CFX Ostwald de Waele

Fig. 1 組込む非ニュートンモデル一覧

3. 取組の状況と成果

3.1 取組状況 現在勉強会の中で議論を重ね各自モデルの組込及び検証を進めている。

3.2 成果 この活動を通して、参加者はOpenFOAMのカスタマイズを学ぶことができる。実際に手を動かし、勉強会で途中経過の報告及び不明点の議論を重ねることで、参加者相互の理解が促進されている。勉強会の運営については、共通の目的があることで継続的な参加と参加者に段階的・継続的なスキルアップの場を提供することができると考える。

4. 今後の取組

年内に参加者の検証及びまとめを行い、年度内に成果を公開する予定である。来年度はこの成果を元にして温度の組込を行いたいと考えている。参加者は随時受け付けているので勉強会に参加いただけると幸いである。

参考文献

- (1) Polymer Extrusion, C. Rauwendaal, H. Gardner Pubns (1986).
- (2) Principles of polymer processing, Z. Tadmor, C. G. Gogos, Wiley-Interscience (2006).
- (3) http://www.arc.vt.edu/ansys_help/flu_ug/flu_ug_sec_viscosity_non_newtonian.html
- (4) http://www.arc.vt.edu/ansys_help/cfx_mod/i1299063.html
- (5) Non-Newtonian Models in OpenFOAM Implementation of a non-Newtonian model
http://www.tfd.chalmers.se/~hani/kurser/OS_CFD_2014/Naser_Hamedi/Documents/Report.pdf